

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1939-1940. — N° 73

LES
RÉFLEXES CONDITIONNELS

LEURS RAPPORTS AVEC L'IMMUNITÉ

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le lundi 20 novembre 1939

PAR

Jean-Désiré-Victor-Léon MARTEL

Externe des Hôpitaux de Strasbourg

Né à HIRSON (Aisne), le 19 août 1914

Examineurs de la Thèse

MM. FABRE, professeur	<i>Président.</i>
VILLEMIN, professeur	<i>Juges.</i>
PERRENS, professeur	
PIECHAUD, agrégé	

BORDEAUX

IMPRIMERIE-LIBRAIRIE DELMAS

6, Place Saint-Christoly

1939

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1939-1940. — N° 73

LES
RÉFLEXES CONDITIONNELS
LEURS RAPPORTS AVEC L'IMMUNITÉ

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le lundi 20 novembre 1939

PAR

Jean-Désiré-Victor-Léon MARTEL

Externe des Hôpitaux de Strasbourg

Né à HIRSON (Aisne), le 19 août 1914

Examineurs de la Thèse

MM. FABRE, professeur	Président.
VILLEMEN, professeur	Juges.
PERRENS, professeur	
PIECHAUD, agrégé	

BORDEAUX
IMPRIMERIE-LIBRAIRIE DELMAS
6, Place Saint-Christoly

1939

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX

DOYEN : M. MAURIAC.

ASSESEUR : M. LABAT.

DOYEN HONORAIRE : M. C. SIGALAS.

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. POUSSON, MOURE, BARTHE, DENIGÈS, BEILLE, CASSAËT,
CHAVANNAZ, C. SIGALAS, SABRAZÈS, BÉGOUIN, DUPOUY, A. MANDOUL.

PROFESSEURS :

	MM.		MM.
Clinique médicale	MAURIAC.	Zoologie et parasitologie	N.
id.	DUPÉRIÉ.	Médecine expérimentale	AUBERTIN.
Clinique chirurgicale et gynécologique	GUYOT.	Clinique ophtalmologique	TEULIÈRES.
Clinique chirurgicale	PAPIN.	Clinique chirurg. infantile et orthopédie	ROCHER.
Pathologie et thérapeutique générales	CARLES.	Clinique méd. des maladies des enfants	CRUCHET.
Clinique d'accouchements	ANDÉRODIAS.	Chimie biologique et médicale	MACHEBOEUF.
Anatomie pathol. et microscopie clinique	DAMADE.	Physique médicale et pharmaceutique	WANGERMEZ.
Anatomie	VILLEMIN.	Médec. coloniale et clin. des mal. exotiques	BONNIN.
Anatomie générale et histologie	G. DUBREUIL.	Clinique des malad. cutanées et syphilitiques	PETGES.
Hygiène	LEURET.	Clinique des maladies des voies urinaires	DUVERGEY.
Médecine légale et déontologie	LANDE.	Clinique des malad. nerveuses et mentales	ABADIE.
Electroradiologie et clin. d'électricité médic.	RÉCHOU.	Clinique d'oto-rhino-laryngologie	PORTMANN.
Chimie	CHELLE.	Toxicologie et hygiène appliquée	LABAT.
Botanique et matière médicale	GOLSE.	Hydrologie thérapeutique et climatologie	GREYX.
Pharmacie	VITTE.	Clinique odonto-stomatologie	DUBECQ.
Physiologie	FABRE.		

MM. LACOSTE (Histologie), PERY (Obstétrique), PERRENS (Maladies mentales), R. SIGALAS (Parasitologie et sciences naturelles), JEANNENEY, CHARRIER (Chirurgie générale).

AGRÉGÉS EN EXERCICE :

	MM.		MM.
Anatomie	DUFOUR.	Chirurgie générale	MAGENDIE.
Physiologie	FRANCK.	id.	POUYANNE.
Médecine générale	PIÉCHAUD.	Obstétrique	RIVIÈRE.
id.	DELMAS-MARSALET.	id.	MAHON.
id.	DE GRAILLY.	Ophtalmologie	BEAUVIEUX.
id.	FONTAN.	Oto-rhino-laryngologie	DESPONS.
id.	BROUSTET.	Dermatologie et syphiligraphie	JOULIA.
id.	DERVILLEE.	Physique médicale	AURIAC.
id.	SARIC.	Chimie générale pharmaceut. et toxicologie	CASTAGNOU.
id.	DUBARRY.	Histoire naturelle pharmaceutique	GIRARD.
Chirurgie générale	LOUBAT.	Pharmacie	MESNARD.
id.	MASSÉ.	id.	GRANGER.
id.	DARGET.	Histoire natur. médicale et parasitologie	R. MANDOUL.

R. UNIV.

BIBLIOTHEQUE
LEIDEN

COURS COMPLÉMENTAIRES :

	MM.		MM.
Médecine opératoire	JEANNENEY.	Ophtalmologie	CABANNES (en congé).
Accouchements	RIVIÈRE.	Physique médicale et pharmaceut. que	AURIAC.
Pathologie médicale	DELMAS-MARSALET.	Anatomie	J. BEAUVIEUX.
Puériculture	FAUGÈRE.	Chimie minérale	CASTAGNOU.
Zoologie et parasitologie	R. SIGALAS.	Botanique	GIRARD.
Médecine légale	DERVILLEE.	Pharmacie galénique	MESNARD.
Urologie	DARGET.	Bactériologie	MOUREAU.
Législation pharmaceutique	POPLAWSKI.	Physiologie	PETITEAU.

Orthopédie chez l'adulte, pour les accidentés du travail, les mutilés de guerre et les infirmes. N.

Le Secrétaire de la Faculté : ROUGERIE.

Par délibération du 5 août 1879, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les Thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle entend ne leur donner ni approbation ni improbation.

A MA MERE — A MON PERE

Avec l'expression de mon amour le
plus profond.

A MA SOEUR JEANNIE

Avec toute ma tendresse.

A MON COUSIN

LE DOCTEUR HENRI MARTEL

Ex-Président de l'Académie de Médecine.

Sa vie a été un exemple pour moi.

A MON AMI

LE DOCTEUR ROGER DELBOS

A TOUS LES MIENS

A TOUS MES AMIS

A MES MAITRES
DE LA FACULTE DE MEDECINE DE STRASBOURG

A MES MAITRES D'EXTERNAT
DE LA FACULTE DE STRASBOURG

MONSIEUR LE PROFESSEUR STOLZ
MONSIEUR LE PROFESSEUR P. MERKLEN (*in memoriam*)
MONSIEUR LE PROFESSEUR J.-A. BARRÉ
MONSIEUR LE PROFESSEUR G. CANUYT

A MES JUGES

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

MONSIEUR LE PROFESSEUR FABRE

*Professeur de Physiologie,
Directeur de l'Institut d'éducation physique,
Chevalier de la Légion d'honneur,
Médaille militaire,
Croix de guerre,
Officier de l'Instruction publique.*

Qu'il veuille bien trouver ici notre
hommage respectueux et notre reconnaissance pour le grand honneur qu'il
nous a accordé en acceptant la présidence de cette thèse.

LES

RÉFLEXES CONDITIONNELS

LEURS RAPPORTS AVEC L'IMMUNITÉ

AVANT-PROPOS

Externé des hôpitaux de Strasbourg, nous nous préparions fébrilement au concours de l'Internat lorsque, brutalement, les circonstances en décidèrent autrement.

Exilé loin de notre ville de Faculté, nos livres abandonnés en Alsace, nos professeurs de la Faculté de Strasbourg dispersés aux quatre coins de la France, nous avons trouvé auprès des maîtres de la Faculté de Bordeaux un accueil toujours empressé et bienveillant, qui, aussitôt, nous redonna confiance et courage. Voilà pourquoi nous avons présenté notre thèse à Bordeaux.

Les réflexes conditionnels constituent une question qui, depuis le début de nos études, nous intéressa. Nos Maîtres strasbourgeois y attachaient une grande importance, tout autant pour la direction nouvelle qu'ils indiquaient aux recherches physiologiques que pour la méthode rigoureuse à laquelle ils contraignaient l'esprit.

Si le temps l'avait permis, nous aurions entrepris quelques travaux expérimentaux pour apporter nous aussi une pierre — bien petite et bien légère — à l'édifice immense et toujours grandissant de la physiologie cérébrale. Nous regrettons qu'il n'en ait pas été ainsi.

Lecteur attentif des travaux de Pavlov, nous pensons néanmoins que notre thèse sera de quelque secours pour ceux qui cherchent des renseignements d'ordre général sur les réflexes conditionnels.

Qu'il nous soit permis, pour terminer, de remercier M. le Professeur Fabre, professeur de physiologie à la Faculté de Bordeaux, qui nous a aidé de sa longue expérience avec une gentillesse dont nous ne saurions trop lui savoir gré.

INTRODUCTION

Si la découverte et l'étude de vitamines, d'une part, et des glandes à sécrétion interne, d'autre part, ont été d'une importance capitale en physiologie générale, la physiologie nerveuse a été dominée par une non moins grande découverte : les réflexes conditionnels.

Un homme résume par son seul nom cette découverte : nous avons cité Pavlov.

Cette question des réflexes conditionnels s'est révélée infiniment passionnante, et surtout elle s'est montrée riche en enseignements. Intéressants pour eux-mêmes, étudiés primitivement et utilisés pour expliquer le fonctionnement de l'écorce cérébrale, les réflexes conditionnels furent ensuite employés comme moyens systématiques de recherches.

Parmi ces recherches, nous insisterons — après avoir étudié de façon soigneuse les réflexes conditionnels en général — uniquement sur les rapports concernant réflexes conditionnels et immunité.

Nous citerons des expériences — nous apporterons le résultat de dosages, d'analyses sanguines — nous mettrons en évidence les changements intimes que peuvent déterminer les réflexes conditionnels, changements en tout point semblables à ceux que procurent des germes introduits dans l'organisme, mais nous éviterons toute interprétation de ces mécanismes. Notre tâche est de mettre en évidence l'action des réflexes conditionnels dans les réactions de défense. Les recherches ultérieures ne manqueront point d'expliquer les phases intimes et déterminantes de ces réactions d'immunité.

CHAPITRE PREMIER

LES REFLEXES CONDITIONNELS

Introduction.

La psychologie n'est, de toute évidence, qu'une science morte si elle ne demande secours aux sciences exactes et, plus précisément, à la physiologie. C'est cette remarque qui amena Pavlov à entreprendre l'étude scientifique rationnelle des hémisphères. De la sorte, la psychologie deviendra une science, et non plus « l'espoir d'une science », comme l'appelait William James.

La notion du réflexe, première notion se rapportant à l'activité nerveuse, remonte, on le sait, à Descartes, qui faisait du réflexe l'acte fondamental du système nerveux. Cette notion fut appliquée au cours des siècles à tout le système nerveux central, à l'exception cependant des hémisphères. C'est cette lacune que voulut combler Pavlov, dont le but fut de mettre en relations avec la simple activité réflexe les actes dits « psychologiques ».

A vrai dire, la première tentative dans ce domaine revient à Setchenoff, et Richet également fit un essai de ce genre. Mais toutes ces recherches n'étaient que théorie : l'analyse expérimentale, dans ce domaine, date de Pavlov, qui s'appuyait notamment sur les recherches de J. Loeb, de Thorndike, et d'autres auteurs américains, tous véritables pionniers de la psychologie comparative.

C'est une discussion de laboratoire avec un de ses collaborateurs qui conduisit Pavlov à renoncer au point de vue psychologique pour étudier objectivement les réactions d'un

animal face à des excitations psychiques destinées à déclencher chez lui le fonctionnement des glandes salivaires. De cette discussion naquirent les recherches de Pavlov, qui s'échelonnent sur vingt-cinq années.

A ces travaux contribuèrent quelques centaines de collaborateurs, sans compter les nombreux psychologues américains, qui firent également avancer la question de l'étude du cortex cérébral. Russes et Américains envisagent cependant la question d'une manière différente : les seconds — du moins pour la plupart — pensent en psychologues; les premiers s'en tiennent strictement au point de vue physiologique, étant résolument matérialistes.

Ces diverses recherches montrèrent que le cerveau est organisé de la même façon que les autres parties du système nerveux, c'est-à-dire comme un système de connexions. Le cerveau, comme la moelle, fonctionne par le mécanisme des réflexes. Les réflexes dont il est le centre obéissent à des lois particulières, qui leur donnent précisément un caractère de variabilité qu'on retrouve dans le comportement des individus.

Mais, avant d'entrer dans le vif de la question, il convient de préciser la notion de réflexe. L'organisme, en tant que système déterminé, ne peut exister qu'autant que tous ses éléments se trouvent en équilibre avec les conditions environnantes. Dès que cet équilibre est rompu, il cesse d'exister en tant que système déterminé. Le réflexe sera l'élément et la source de cet équilibre.

Les réflexes sont de deux ordres : les positifs et les négatifs ou inhibiteurs, tantôt provoquant une activité, tantôt l'interrompant. L'étude des réflexes est loin d'être terminée, et les physiologistes en découvrent chaque jour de nouveaux. En dehors de ces réflexes habituels existent des réactions congénitales, dépendant aussi de conditions déterminées et se produisant également par l'intermédiaire du système nerveux : ces réactions entraînent une activité qui porte une dénomination spéciale : les instincts, qui, pour Pavlov, sont

eux aussi des réflexes. Entre les réflexes habituels et les instincts, il n'y aurait aucune différence fondamentale. Réflexes et instincts représentent des réactions régulières de l'organisme à l'action d'agents déterminés : il n'est donc pas nécessaire de les désigner par des mots différents. Aussi emploiera-t-on dans les deux cas le mot réflexe, à sens plus strictement scientifique.

L'étude de ces réflexes complexes que sont les instincts, il convient de le signaler avant d'aborder notre sujet, est encore dans son enfance.

*
**

Méthodes employées.

Les réflexes congénitaux, précédemment envisagés, ne permettent pas à eux seuls la conservation de la vie de l'animal. La partie supérieure du système nerveux central est nécessaire pour le contrôle et la mise en train des agents conditionnant les réflexes congénitaux : cette activité des hémisphères a été nommée par Pavlov « activité de signallement ».

Il s'agissait donc d'explorer le cortex, dont le rôle est, comme on le voit, primordial dans l'activité nerveuse supérieure. Ce fut là un rude problème technique à résoudre.

Pavlov partit de l'étude de deux réflexes : le réflexe alimentaire, le réflexe de défense à l'introduction d'aliments impropres dans la cavité buccale du chien. L'un comme l'autre se compose de deux éléments : une activité musculaire, un travail sécrétoire. C'est surtout le travail sécrétoire, facilement mesurable, qui permettra l'étude des réflexes conditionnels; l'activité musculaire, plus difficilement analysable, ne servira qu'exceptionnellement.

Le chien sera l'animal d'expérience. Dans un premier temps, on réalise opératoirement sur l'animal une fistule salivaire permanente, par fixation à la peau d'un segment

de muqueuse portant l'orifice du canal excréteur. L'orifice fistulisé du canal de Sténon est recouvert d'une cupule emplie de liquide, réunie par un tuyau de caoutchouc à un tube plongeant dans un flacon. Le flacon est muni d'un index capillaire liquide que chaque goutte de salive mobilise et dont on peut inscrire les déplacements. L'opération, extrêmement bénigne, aura permis d'observer avec précision le fonctionnement des glandes salivaires. Des dispositifs colorimétriques et électriques, enfin, amplifieront et préciseront les mesures.

Second temps, plus difficile de l'expérimentation, il s'agira de mettre les animaux à l'abri des excitations extérieures variées qui peuvent les influencer. Comme le dit Pavlov, « il est indispensable de simplifier l'ambiance ». L'animal est suspendu à un bâti de bois par des sangles qui passent sous son corps, l'expérimentateur est placé dans une pièce contiguë. Par ailleurs, le laboratoire lui-même est, grâce à des arrangements spéciaux, isolé en quelque sorte du monde extérieur. Les différentes pièces sont de même soigneusement mises à l'abri des influences extérieures, grâce à un capitonnage épais. Pour agir sur l'animal, pour noter ses réactions, sont utilisées des transmissions aériennes et électriques. L'investigateur, de son côté, doit avoir à sa portée un nombre considérable d'instruments, afin de pouvoir se servir tantôt de l'un, tantôt de l'autre des excitateurs et de pouvoir en faire des combinaisons variées « telles qu'en fait la vie elle-même ».

Il réalisa ainsi des chambres d'expériences que l'on a appelées « tours de silence », grâce auxquelles il put étudier et définir les lois des réflexes conditionnels, les règles suivant lesquelles ces réflexes s'élaborent, s'établissent, persistent, s'affaiblissent et disparaissent.

La principale méthode technique ainsi décrite, passons à la première expérience de Pavlov, expérience qui demeurera cruciale dans la longue suite de recherches entreprises par l'auteur et ses élèves :

L'animal préparé (on a agi sur lui à plusieurs reprises à l'aide du son d'un métronome, puis on lui a donné immédiatement après de la nourriture, d'où le réflexe alimentaire congénital), sa glande salivaire étant au repos; on agit sur son oreille à l'aide du métronome. Au bout de neuf secondes, commencera la sécrétion salivaire, et, en quarante-cinq secondes, s'écouleront onze gouttes de salive.

Cette sécrétion, obtenue en dehors d'une excitation étrangère à l'alimentation, doit être envisagée en tant qu'élément du réflexe alimentaire. C'est un phénomène central accompli par les hémisphères. La preuve en est qu'un chien privé de ses hémisphères ne présentera pas de sécrétion dans les mêmes conditions.

On obtiendra un résultat identique à celui donné par le métronome en « montrant » simplement à l'animal des aliments.

La réponse du chien doit être envisagée dans un cas comme dans l'autre comme un phénomène de signalisation, c'est-à-dire comme le résultat du travail des hémisphères : même dans le second cas, il ne s'agit pas d'une réaction congénitale (cf. l'expérience de Tsitovitch : il nourrit une portée de petits chiens exclusivement au lait; au bout de quelques mois, il constate que la salivation ne se produit chez les jeunes animaux que lorsqu'on leur montre du lait, et jamais lorsqu'on leur présente de la viande ou quelque autre aliment).

La signalisation est, de toute évidence, un acte réflexe : comme le réflexe, elle est une réaction régulière et indispensable de l'organisme à l'agent extérieur qui se réalise à l'aide d'une partie déterminée du système nerveux; comme le réflexe, elle est déclenchée par une excitation externe (cf. le métronome dans l'expérience décrite).

Ainsi signalisation : réflexe. La signalisation différera des réflexes habituels simplement par le fait qu'elle est un mécanisme *acquis*.

Ainsi nous sommes amené à distinguer, avec Pavlov :

I. Réflexes innés, ordinaires, congénitaux, absolus, que l'on peut subdiviser, selon Hoffmann, en :

- 1° Eigenreflex;
- 2° Fremdenreflex.

II. Réflexes acquis, conditionnels, n'apparaissant que conditionnellement. Ils ne sont donc :

- ni immuables;
- ni communs à l'espèce;
- ni caractéristiques de celle-ci;
- ni héréditairement transmis.

Ils sont liés à l'histoire antérieure d'un individu isolé; ils sont liés à la *présence du cortex*.

*
**

Le réflexe conditionnel.

Le fait du réflexe conditionnel est un fait journalier, répandu. C'est ce que nous connaissons par rapport à nous et aux animaux sous la dénomination de dressage, discipline, éducation, habitude.

La première condition fondamentale pour la formation d'un réflexe conditionnel donné, c'est la coïncidence, ou, du moins, la succession rapide du temps d'action de l'agent jusque-là indifférent et de l'agent absolu qui provoque un réflexe déterminé absolu.

La seconde condition importante est la suivante : l'agent indifférent doit précéder de peu l'action de l'excitateur absolu. Si, au contraire, on fait agir d'abord l'excitateur absolu et seulement ensuite l'agent indifférent, le réflexe conditionnel ne se forme point.

Dernière condition, enfin, l'animal doit être parfaitement réveillé. En effet, si l'animal d'expérience est plus ou moins somnolent, la formation du réflexe conditionnel, ou se pro-

longe et se complique ou bien même devient tout à fait impossible.

Par ailleurs, les hémisphères doivent être libres de toute autre fonction au moment de la formation d'un nouveau réflexe conditionnel.

Enfin, l'animal doit être en bonne santé.

Quant aux agents entraînant la formation des réflexes conditionnels, ils sont plus ou moins indifférents. En principe, en effet, n'importe quel excitant peut devenir un excitant conditionnel. Pavlov utilisa les excitants auditifs, visuels, cutanés (tact, chaud, froid, douleur), musculaires (une certaine position donnée à une articulation) et olfactifs. Ses expériences ayant porté principalement, comme on le voit, sur le réflexe salivaire, il n'a point étudié de réflexe à point de départ gustatif, les excitations gustatives évoquant par elles-mêmes un réflexe inné qui aurait été le même que le réflexe conditionnel.

La cessation d'une excitation sensorielle permanente peut aussi devenir un excitant conditionnel. Un chien est placé en position d'expérience et un diapason émet constamment le même son. On fait cesser ce son et on introduit de la viande dans la gueule de l'animal. Au bout d'un certain nombre de répétitions, on constate que la cessation du son suffit à provoquer la sécrétion salivaire (la comparaison du meunier endormi qui se réveille quand son moulin s'arrête de tourner vient aussitôt à l'esprit).

Pavlov a recherché également si un excitant douloureux pouvait devenir conditionnel. Il a d'abord essayé de faire coïncider des réactions douloureuses (l'animal se débat, il a des troubles du rythme respiratoire et du rythme cardiaque), provoquées par des excitations électriques ou mécaniques (piqûres, pincement) de la peau avec l'introduction d'aliments dans la gueule. Après quelques répétitions, il observa les phénomènes suivants :

- 1° L'excitant, douloureux au début, paraît avoir perdu ce caractère. Il ne provoque plus de réaction motrice, respiratoire ou cardiaque quand on l'applique;

2° Cet excitant a acquis la propriété de produire la sécrétion salivaire.

Pavlov s'est demandé alors si toutes les excitations douloureuses peuvent devenir des excitants conditionnels. Il a constaté que la brûlure de la peau le peut et qu'elle perd aussi son caractère objectif d'être douloureuse. Il a fait la même expérience en provoquant des douleurs osseuses (par courant électrique). Dans ce cas, il n'a pu obtenir de réflexe conditionnel et l'excitation a gardé son caractère douloureux objectif.

Interprétant le résultat de ces expériences dans un sens finaliste, il a proposé une hiérarchie des excitants douloureux. Ceux qui tendent à détruire le revêtement cutané peuvent devenir des excitants conditionnels alimentaires et perdre leur caractère douloureux, car il est plus utile à l'organisme d'assurer son alimentation que de conserver l'intégrité de son enveloppe, d'où l'avantage de l'emploi du réflexe absolu alimentaire, qui, selon les termes mêmes employés par Pavlov, « se localise au sommet de l'échelle hiérarchique des réflexes ». Au contraire, les excitants douloureux, qui tendent à détruire la charpente osseuse, ne peuvent devenir des excitants conditionnels alimentaires, car il est plus utile à l'organisme de conserver intact son squelette que de se nourrir.

Si de multiples stimuli peuvent entraîner la formation de réflexes conditionnels, il n'en est pas moins vrai que l'établissement du réflexe conditionnel est plus ou moins facile ou difficile selon la nature du stimulus et surtout selon son mode d'application et l'organe sensoriel mis en jeu. D'une manière générale, on peut établir les règles suivantes :

- 1° Les réflexes conditionnels se développent plus vite pour des stimuli discontinus que pour des stimuli continus;
- 2° A l'intérieur d'un même récepteur (tactile, auditif,...) le temps d'établissement du réflexe se raccourcit en fonction de l'intensité du stimulus;

3° Que l'excitation soit auditive, tactile ou olfactive, la vitesse d'établissement du réflexe conditionnel est à peu près la même. Si l'excitation est d'ordre thermique, l'établissement est plus lent; si le stimulus est d'ordre douloureux, l'établissement est plus lent encore.

Résumant tout ce que nous venons de dire, nous pouvons définir le réflexe conditionnel un réflexe *acquis, spécifique de l'individu considéré et développé par la combinaison répétée d'un stimulus indifférent avec un stimulus inné*. Un nombre suffisant de combinaisons rend le stimulus indifférent stimulus « *conditionnel* » (conditionnel, parce que n'apparaissant que conditionnellement).

Les caractéristiques du réflexe conditionnel seront les suivantes :

- 1° Il ne peut se former, comme déjà dit, que si le cerveau est intact;
- 2° Il ne s'acquiert que par le dressage, « par le travail » (Pavlov);
- 3° Il n'y a aucune proportionnalité entre le stimulus et la réponse obtenue;
- 4° Il se greffe toujours sur un réflexe inné;
- 5° Comme déjà vu également, sa formation n'est possible que s'il précède ou accompagne un certain nombre de fois le stimulus absolu, ce que montre parfaitement le tableau suivant, dû à Anrepp :

Stimulus conditionnel : 637,5 vibrations à la seconde.

Nombre de combinaisons : stimulus conditionnel et aliments donnés au chien.	Intensité du réflexe en nombre de gouttes de salive par 30 secondes.	Période latente en secondes entre l'application et l'apparition de la salivation.
1	0	—
9	18	15
15	30	4
30	65	2
40	68	1
50	64	2

Les réflexes conditionnels eux-mêmes se divisent en plusieurs types selon le temps qui s'écoule entre l'application de l'excitant indifférent qui deviendra conditionnel et l'excitant spécifique. C'est ainsi qu'on distingue :

1° Les réflexes conditionnels simultanés ou présents, développés par la répétition simultanée de l'excitant indifférent et de l'excitant spécifique.

2° Les réflexes conditionnels dilués, obtenus par la répétition de l'association excitant indifférent — excitant spécifique, le premier précédant le second d'un laps de temps très court — quelques secondes au plus.

3° Les réflexes conditionnels de trace, beaucoup plus difficiles à faire apparaître, obtenus par la répétition de l'association excitant indifférent-excitant spécifique, le second succédant au premier à des intervalles allant de une à trois minutes. Ils obéissent à des lois spéciales, au contraire des réflexes dilués, qui obéissent aux lois ordinaires des réflexes conditionnels.

Dans le cas des réflexes de trace, ce n'est pas l'excitateur présent tel qu'il agit à l'instant sur l'animal, mais c'est le reste de son action au niveau du système nerveux, après sa cessation, qui est l'excitateur conditionnel. Ce n'est pas l'agent indifférent devenu conditionnel qui provoquera la réaction, mais *après l'arrêt de son action*, surviendra la réaction correspondante (alimentaire ou autre) : « L'excitateur conditionnel sera non l'excitation présente, mais sa *trace* au niveau du système nerveux central. » (Pavlov.)

Les réflexes de trace eux-mêmes se divisent en réflexes de trace courts ou précoces et en réflexes de trace longs ou tardifs, selon le temps qui s'est écoulé entre la mise en application de l'excitant indifférent et celle de l'excitant absolu lors de l'élaboration du réflexe conditionnel. Ce sont surtout les réflexes conditionnels de trace tardifs qui présenteront des particularités intéressantes, très différentes de celles des réflexes conditionnels ordinaires.

Le réflexe conditionnel étant défini quant à ses principales modalités, nous envisagerons maintenant ses différentes propriétés.

*
**

Propriétés des réflexes conditionnels.

Nous les schématiserons pour les besoins de l'exposé :

1° INTENSITÉ.

Elle dépend de l'intensité du stimulus employé pendant l'établissement du réflexe conditionnel et, par conséquent, des conditions de dressage.

Exemple :

637,5 vibrations/sec. d'intensité moyenne : 65 gouttes
salive en 30 secondes;

637,5 vibrations/sec. d'intensité faible : moindre quan-
tité de salive excrétée;

637,5 vibrations/sec. d'intensité forte : moindre quan-
tité de salive excrétée également.

2° SOMMATION.

Deux stimuli, dont chacun seul ne donne pas la salivation maxima, donnent, appliqués simultanément, la salivation maximale.

La sommation peut être de divers types. Nous en donnons quelques exemples :

a) Une excitation tactile provoque un réflexe de salivation se traduisant par un écoulement de 60 gouttes dans un temps donné. Une excitation auditive entraîne la formation d'un réflexe rigoureusement identique. Si l'on applique simultanément les stimuli tactile et auditif, on obtiendra une excrétion de 120 gouttes, toujours dans l'unité de temps choisie pour l'expérience.

La sommation est en quelque sorte algébrique dans ce cas.

Parfois même la quantité de salive obtenue est de 140 gouttes : on parle alors de sommation dépassée.

b) Si, par exemple, on obtient un réflexe de salivation avec un son de 400 vibrations/sec., et un second réflexe de salivation avec un son de 700 vibrations/sec., lorsque l'on fait agir les deux vibrations simultanément, il y a sommation, mais la somme obtenue est plus faible que la somme algébrique des deux réflexes que traduit le nombre de gouttes de salive obtenues. C'est ainsi que, dans le troisième temps de l'expérience, on obtiendra 60 gouttes de salive alors que les stimuli appliqués séparément en donnaient respectivement 60 et 40. L'explication de cette anomalie apparente réside dans le fait que, dans ce cas, la sommation se fait à l'intérieur du même organe sensoriel, d'où la réponse globale plus faible.

3° SPÉCIFICITÉ.

Le stimulus conditionnel provoquera toujours de la salivation (dans un cas donné) et aucun autre réflexe acquis.

Par ailleurs, telle réponse ne sera obtenue qu'avec le scintillement d'une lampe rouge par exemple, et jamais avec celui d'une lampe jaune.

Cette propriété de spécificité n'est pas absolue, elle varie avec les différentes classes de réflexe conditionnel :

- les réflexes conditionnels simultanés sont les plus spécifiques;
- les réflexes conditionnés dilués présentent une spécificité beaucoup moins absolue;
- les réflexes conditionnels de trace, enfin, ne présentent aucune spécificité : le temps de latence joue seul dans leur cas; c'est ainsi qu'une salivation sera obtenue par une excitation auditive ou tactile, même si le réflexe de trace a été développé par l'ouverture d'une porte.

4° FATIGABILITÉ.

Si les excitations psychiques sont trop rapprochées ou si l'on néglige d'adjoindre de temps à autre l'excitant absolu employé dans la formation du réflexe conditionnel à l'excitant conditionnel, l'effet finit par être nul. On a réalisé l'extinction du réflexe conditionnel, c'est-à-dire sa disparition progressive.

L'extinction peut se réaliser expérimentalement, mais elle ne fait disparaître le réflexe conditionnel que durant quelques heures. Cependant, par les manœuvres d'extinction répétées, on arrive à faire disparaître définitivement un réflexe conditionnel (cf. expériences de Babkine, 1905).

A noter que l'extinction ne se limite pas à un seul réflexe, mais peut s'étendre — au moins partiellement — à des réflexes voisins par leur nature : c'est ainsi que l'extinction d'un réflexe auditif chez un chien présentant plusieurs réflexes conditionnels d'ordre acoustique provoque l'affaiblissement des autres réflexes auditifs.

Par contre, si plusieurs réflexes conditionnels donnent le même effet, l'épuisement de l'un n'empêche pas l'effet des autres.

Par ailleurs, il suffira de produire le réflexe avec l'excitant absolu et l'excitant conditionnel épuisé pour que ce dernier à lui seul reprenne son activité première. Ce phénomène est le phénomène de renforcement des réflexes conditionnels.

5° DISCRIMINATION.

On constitue chez le chien un réflexe salivaire conditionné ayant pour point de départ l'émission d'un son de hauteur donnée. Une fois ce réflexe établi, l'expérience donne toujours un résultat positif, c'est-à-dire que la sécrétion s'établit dès que l'animal entend le son en question. Au contraire, le résultat est négatif si l'on emploie une autre note, même voisine. Les analysteurs établissent souvent la discrimination entre des sons différant seulement d'un quart

de ton. De même, ils permettent à l'animal de distinguer entre deux sons de même hauteur, mais de timbre différent.

On peut créer un réflexe conditionné pour le bruit d'un métronome battant à 100 par minute. On constate alors que ce bruit rythmé provoque infailliblement le réflexe, tandis que l'expérience est négative si l'on fait battre le métronome à 96 ou 104. L'animal établit donc la discrimination entre ces rythmes cependant si voisins.

La discrimination n'est obtenue qu'après la disparition de la propriété suivante : l'irradiation.

6° IRRADIATION.

Si l'on a développé un réflexe entraînant la salivation du chien par une excitation tactile en un point déterminé (le coude droit par exemple) et que, le réflexe conditionné réalisé, l'on excite le coude gauche, on obtient également un réflexe de salivation. Ainsi, tout au moins au début, le réflexe conditionnel n'est pas absolument spécifique. On le dit « irradié ».

Dans le cas de réflexe conditionnel tactile, cette irradiation est facile à mettre en évidence. Soit un chien sur la peau duquel ont été repérés 7 points situés du même côté, sur une ligne allant de la patte antérieure à la patte postérieure, en passant par le flanc; on élabore un réflexe conditionnel salivaire pour l'excitation d'un de ces points, qu'on nommera P pour les besoins de l'exposé. Lorsque le réflexe conditionnel est formé, l'excitation de P produit 53 gouttes de salive en trente secondes. On excite alors les autres points, et l'on constate que leur excitation produit respectivement 43, 39, 33, 23, 21, 19 gouttes de salive en trente secondes; la quantité de salive qui s'écoule diminue avec le degré d'éloignement du point excité par rapport au point P primitivement considéré.

Donc, dans l'ensemble, l'intensité de l'effet obtenu est

en fonction du rapprochement du point P. Comme la surface cutanée se projette sur l'écorce cérébrale, on peut conclure avec Pavlov que l'excitation a diffusé dans cette écorce autour du point correspondant au point P de la peau.

Mais plus on répète le réflexe, plus l'irradiation se rétrécit. Cependant deux points symétriques du corps — l'extrémité des pattes antérieures par exemple — répondent très longtemps de la même façon. La différenciation ne devient facile dans ces cas qu'après la section longitudinale du corps calleux. C'est donc grâce aux fibres interhémisphériques contenues dans le corps calleux que s'effectue cette irradiation.

L'irradiation est facile à réduire lorsqu'il s'agit d'un réflexe conditionnel type; l'irradiation du réflexe conditionnel dilué, au contraire, demeure toujours beaucoup plus grande. Quant au réflexe de trace, son irradiation demeure toujours considérable, elle diffuse même sur divers organes sensoriels. Les réflexes de trace restent irradiés d'une manière d'autant plus importante que le temps de latence entre l'excitation indifférente et l'excitation absolue est plus long.

Enfin, dernier point, on peut artificiellement réduire l'irradiation en déclenchant la discrimination :

Un réflexe conditionnel est formé après la répétition de la combinaison 800 vibrations/sec.-viande donnée à l'animal; après un certain nombre de combinaisons, l'audition des 800 vibrations/sec. provoquera seule la salivation, mais le réflexe sera encore diffus : c'est ainsi que l'audition de 1.000 ou de 600 vibrations/sec. provoquera également le réflexe. *On réalise alors la discrimination* : dans ce but, pendant un certain nombre de combinaisons, on ne donne de la viande à l'animal qu'après audition des 800 vibrations, et jamais après celle de 1.000 ou 600 vibrations/sec. Après un temps très court, les 800 vibrations demeureront seules actives. On dit alors qu'on a un réflexe positif (pour 800 vibrations) et deux réflexes négatifs (pour 1.000 et 600 vibrations) : leur mise en jeu signifie, en effet, comme le dit Pavlov, la « non-

alimentation ». L'animal, conclut l'auteur, analyse donc le son : l'activité cérébrale est ainsi double :

- synthétique, d'une part (cf. création de nouveaux réflexes);
- analytique, d'autre part (cf. travail de discrimination).

Nous reviendrons d'ailleurs sur ce point dans notre conclusion.

7° INHIBITION.

Elle peut être interne ou externe :

a) *Inhibition externe*. — Soit un réflexe conditionnel positif de salivation que l'on a développé pour un son comprenant 800 vibrations à la seconde; le réflexe parfaitement mis au point, on allume, au moment même où l'on produit le son, une lampe blanche : le réflexe de salivation « s'éteint » tout aussitôt. Des changements dans les conditions expérimentales peuvent donc inhiber un réflexe conditionnel. Rappelons d'ailleurs, à ce propos, qu'un réflexe conditionnel est loin de présenter d'emblée son maximum de rendement. Mieux que tout commentaire, le tableau suivant illustrera ce fait.

Réflexe conditionnel auditif :

Tour de gramophone tournant pour	Rendement : 100 % 60 gouttes sal. 30 sec.	
1 ^{re} fois	10 %	6 g.
2 ^e fois	50 %	30 g.
3 ^e fois	65 %	39 g.
4 ^e fois	85 %	51 g.
5 ^e fois	90 %	54 g.
6 ^e fois	95 %	57 g.
7 ^e fois	100 %	60 g.

Les conditions expérimentales doivent, par conséquent, être réglées avec une extrême minutie; des variations d'éclairage, des variations de sonorité, imperceptibles pour l'homme, peuvent être perçues par le chien et fausser les expériences. D'où la nécessité de conditions particulières, que nous avons étudiées plus haut : les chambres obscures, les murs rembourrés, en un mot les fameuses « tours de silence » dont parlait Pavlov. Il est curieux de noter à ce propos que les recherches de Pavlov datent d'un phénomène d'inhibition externe survenu au cours des études de l'auteur sur la sécrétion gastrique en 1890. C'est ainsi que des erreurs d'expérience et même des insuffisances de technique peuvent conduire à d'importantes découvertes.

En somme, l'inhibition externe ne relève que d'une erreur d'expérience : c'est un accident. L'inhibition interne est très différente.

b) *Inhibition interne*. — C'est un acte d'éducation, intimement lié aux phénomènes décrits sous le nom de discrimination (ou différenciation). Elle se résume dans ce que l'on désigne sous le nom de réflexe négatif.

D'une manière générale, la différence entre inhibition interne et inhibition externe réside dans ce fait que « l'inhibition externe survient immédiatement », alors que « l'inhibition interne se développe progressivement, et même parfois très lentement ou avec peine » (Pavlov).

8° EFFET CONSÉCUTIF.

On réalise dans un premier temps un réflexe de salivation négatif pour une lampe blanche, dans un second temps un réflexe positif pour une lampe rouge. Ceci fait, on recherche successivement et à intervalle très rapproché le réflexe négatif, puis le réflexe positif : on constate alors que la réponse à ce dernier n'est plus maximale; le rendement de 100 p. 100 est passé à 40 p. 100. Le réflexe négatif présente donc un effet consécutif; il a, en quelque sorte, diffusé au-delà de l'ap-

plication de la lampe blanche. Les effets consécutifs peuvent agir par sommation, et ainsi accentuer considérablement leur action. Ils se manifestent avec plus d'intensité sur les réflexes récemment acquis et ne présentent leur maximum d'action qu'après un temps allant d'une demi-minute à une minute.

9° INSTABILITÉ TEMPORAIRE.

Si les conditions de vie d'un chien ne varient pas, ses réflexes conditionnels restent identiques à eux-mêmes jusqu'à quelques jours avant la mort de l'animal. Mais il est relativement facile d'obtenir une perturbation temporaire des réflexes conditionnels en poussant la discrimination au-delà de certaines limites. C'est ainsi que chez un chien présentant un réflexe de salivation positif à la vue d'un cercle, et un réflexe de salivation négatif à la vue d'une figure elliptique, si l'on vient à rapprocher le plus grand diamètre de la figure elliptique du diamètre du cercle, ni le réflexe positif, ni le réflexe négatif ne présenteront leur plein rendement : le chien est devenu « neurasthénique » au sens complet du mot. Trop d'excitations agissent sur lui, et surtout trop d'excitations trop rapprochées par leur nature : il n'est plus en mesure de faire la distinction, ses réflexes sont émoussés, diminués.

Mais un repos complet de deux à trois mois ramène le psychisme du chien à un état normal. Si l'on recherche alors le réflexe qui avait eu pour conséquence la « folie » du chien, une nouvelle explosion de neurasthénie — qui peut être dans certains cas définitive — se produit.

Pavlov essaya de remédier à ces inconvénients par une médication pharmacologique, et fut ainsi conduit à faire l'étude de l'influence de certaines substances sur les réflexes conditionnels. Voici quelques-unes de ses constatations :

La *caféine* (doses 0 g. 025-0 g. 05). — Sous son influence, la formation des réflexes conditionnels positifs est rapide (deux-trois combinaisons suffisent pour la formation d'un

réflexe, alors que trente environ étaient nécessaires avant l'emploi de la substance).

Par contre, les mécanismes d'inhibition sont bloqués. L'animal présente de l'insomnie.

— *Les bromures* : Leurs effets sont antagonistes de ceux de la caféine. Le mécanisme d'inhibition est parfait, l'animal sommeille avec facilité.

— *L'alcool* : La formation des réflexes conditionnels est impossible, qu'ils soient positifs ou négatifs. L'alcool entraîne une dépression marquée de toutes les fonctions intellectuelles.

10° TRANSFERT.

Un réflexe conditionnel étant établi, l'excitant conditionnel de ce réflexe peut servir à élaborer un nouveau réflexe conditionnel, dont l'excitant n'a jamais coïncidé avec l'excitant inconditionnel. C'est le phénomène du transfert. Soit un chien pour lequel le son d'un métronome est devenu excitant auditif et provoque la sécrétion salivaire; dans une série d'essais, on montre au chien un carré noir, puis on lui fait entendre le métronome; au bout d'un certain nombre de répétitions, le carré noir provoque à lui seul la sécrétion. Il est devenu excitant conditionnel salivaire secondaire, le son du métronome étant l'excitant conditionnel primaire. On a un réflexe de deuxième degré.

On peut schématiser l'expérience précédente de la sorte :

Son et repas, réflexe conditionnel;

Son, réflexe conditionnel;

Carré noir et son, d'abord rien, puis réflexe conditionnel;

Carré noir seul, réflexe conditionnel; ce dernier est faible, passer.

Après peu de temps, ni son ni carré noir ne donnent de réflexe conditionnel. Mais il suffira d'associer l'excitant

absolu au son pour avoir à nouveau le réflexe conditionnel. Le carré noir est donc inhibiteur conditionnel du son. Cette inhibition peut être évitée. Pour ce faire, il faut que l'excitant secondaire précède l'excitant primaire et que son action soit terminée quand celle de l'excitant primaire commence. Il faut, en outre, qu'il y ait un intervalle de temps entre les deux excitations. Par exemple, dans l'expérience précédente, la vue du carré noir (excitant secondaire) durera dix secondes, puis on laissera s'écouler un intervalle de dix secondes; enfin, le son du métronome (excitant primaire) durera trente secondes.

Pour le réflexe salivaire, Pavlov n'a pu créer d'excitant tertiaire, mais il a pu les obtenir avec la réaction douloureuse. Il attribue cette différence à ce que l'excitant conditionnel est plus fort dans le deuxième cas.

*
**

Conclusions.

Comme l'étude rapide que nous avons entreprise le montre, les recherches de Pavlov se sont révélées très fécondes, jetant un jour nouveau sur l'étude du cortex, et par contre-coup, sur celle de la psychologie tout entière. L'activité du cortex se ramènerait à deux processus : un processus d'analyse, un processus de synthèse. Comme l'écrit Pavlov lui-même : « Les agents réflexes conditionnels, signalant de façon ininterrompue les influences directement favorables ou destructrices du milieu environnant pour l'organisme, présentent des relations avec l'infinie variété et les modifications de ce milieu, autant avec ses moindres éléments qu'avec ses complexes plus ou moins grands. Cela devient possible seulement parce que le système nerveux possède des mécanismes éliminant pour l'organisme, du milieu complexe de l'ambiance, ces éléments séparés, mécanismes analyseurs, et aussi des mécanismes accumulateurs, assemblant ces élé-

ments en tels ou tels autres complexes, mécanismes de synthèse. »

Et plus loin : « Le système nerveux est toujours un complexe plus ou moins grand d'appareils analyseurs, « d'analyseurs ». La partie optique fait valoir pour l'organisme les variations lumineuses, la partie auditive, celles de l'air... De son côté, chacune de ces parties divise le domaine correspondant du monde extérieur en une série d'éléments séparés : A chacun des analyseurs donnés doivent être attribués autant les appareils périphériques de divers nerfs afférents (transformateurs, dont chacun ne transforme en processus nerveux qu'une énergie déterminée) que les nerfs eux-mêmes et leurs terminaisons cérébrales. Il est évident que dans le travail analyseur ils prennent part autant les uns que les autres. Les degrés les plus inférieurs d'analyse sont, certes, propres aux parties inférieures du système nerveux (et aussi à la substance peu différenciée des animaux n'ayant pas de système nerveux), car l'organisme privé de cerveau, par exemple, répond de façon très variée suivant les endroits, l'intensité et la qualité de l'excitation de sa surface extérieure. Mais l'analyse supérieure, la plus fine dont est capable l'animal examiné, ne peut être obtenue que grâce aux hémisphères. » Ainsi l'ensemble des fonctions sensorielles constitue les analyseurs : il est des analyseurs visuel, thermique, labyrinthique... La valeur de l'analyseur, sa finesse, varient avec les espèces : l'analyseur auditif du chien est supérieur à celui de l'homme, dont l'analyseur visuel est à son tour supérieur à celui du chien.

Pour confirmer encore la justesse de ses vues — et point n'en était besoin — Pavlov apporta la preuve anatomique des rapports des réflexes conditionnels avec le cortex cérébral. Comme on l'a déjà dit, l'ablation des hémisphères entraîne la perte de tous les réflexes conditionnels : les hémisphères sont donc absolument indispensables au mécanisme psychique. Si l'on se borne par l'acte opératoire à réaliser une lésion de la région pariétale, les réflexes conditionnels

sont également inhibés, mais, au bout de deux à trois mois, le chien revient à son état primitif. Lorsque l'opération est plus brutale et les lésions expérimentales plus étendues, le rétablissement des fonctions se fait également progressivement, mais les mécanismes d'inhibition — comme on le sait très complexes — demeurent à tout jamais impossibles. Enfin, quand la destruction porte sur toute une zone du cortex, la récupération survient également, sauf cependant en ce qui concerne les réflexes conditionnels intéressant la zone sensorielle correspondant à la zone détruite. Ainsi, les réflexes thermiques disparaissent par destruction de la zone occipitale, les réflexes visuels par destruction de la zone calcarine, les réflexes à point de départ proprioceptif par délabrement de la frontale ascendante chez le chien : Pavlov en conclut que « la frontale ascendante est la zone de projection de la sensibilité profonde proprioceptive ». Fait à retenir, il faut détruire plus que ne le veulent les localisations anatomiques : en somme, la zone de projection anatomique est plus petite que la zone physiologique.

On ne peut terminer une telle question sans laisser entrevoir le nombre de problèmes que les études de Pavlov ont permis sinon de résoudre, du moins d'éclairer d'un jour nouveau. C'est ainsi que Pavlov put déclencher expérimentalement le sommeil par une sommation d'inhibitions internes qui aboutissent à l'inhibition totale du cortex, d'où le sommeil. Sans entrer dans le détail de la question, disons cependant que des recherches plus modernes ont montré que ce ne serait là qu'un des aspects du sommeil.

Dernier problème, enfin, qui se pose : c'est l'application à l'homme des données expérimentales obtenues chez les animaux. C'est là, en somme, le problème qui est la préoccupation constante de tout physiologiste. Pavlov n'y a pas manqué. La tâche était particulièrement ardue, parce qu'elle était toute nouvelle et parce qu'elle se rapportait à un domaine particulièrement complexe : le système nerveux central dans ce qu'il a à la fois de plus subtil, de plus différencié

et de plus mouvant : nous avons nommé le cortex humain.

La difficulté était double : d'une part, le système nerveux humain est beaucoup plus complexe que celui des animaux d'expérience; d'autre part, on ne pouvait conclure de l'animal à l'homme sans qu'aucun fait vînt confirmer la possibilité de réflexes conditionnels dans l'espèce humaine.

L'expérimentation répondit aux espoirs de Pavlov. L'auteur eut l'idée d'expérimenter chez des humains au système nerveux encore peu différencié ou au système nerveux qui a perdu sa différenciation. C'est ainsi que Pavlov et ses collaborateurs expérimentèrent : d'une part sur des enfants, dont les réactions psychiques sont évidemment moins riches, moins variées que celles de l'adulte; d'autre part sur des idiots ou des individus en état d'hypnose.

Chez les uns et chez les autres, il put obtenir des réflexes conditionnels. Chez l'enfant, Krasnogarski et Kalischer purent obtenir des réflexes du 5° et même du 6° degré. Les réflexes de l'enfant obéissent à des lois particulières :

- 1° le stimulus psychique peut suivre le stimulus absolu;
- 2° une seule combinaison peut suffire;
- 3° il est possible de développer un très grand nombre de réflexes conditionnels dans le minimum de temps.

Il n'a pas été possible jusqu'ici, par contre, d'obtenir expérimentalement des réflexes conditionnels chez l'homme adulte en état *d'intégrité psychique*. Rien ne prouve qu'avec le développement de la technique scientifique il en sera de même à l'avenir.

CHAPITRE II

LES REFLEXES CONDITIONNELS EN TANT QUE METHODE SYSTEMATIQUE D'INVESTIGATION

Les réflexes conditionnels ayant été tout d'abord étudiés dans leurs moindres détails pour eux-mêmes, puis dans le but d'éclaircir le fonctionnement du système nerveux central, et en particulier de l'écorce cérébrale, furent ensuite systématiquement utilisés par les physiologistes comme méthode d'investigation.

De cette exploitation des réflexes conditionnels, une grande part revient aux physiologistes russes.

Les travaux utilisant les réflexes conditionnels furent très divers; nous allons en passer en revue quelques-uns sans avoir la prétention d'être complet, mais pour montrer la grande diversité des recherches auxquelles ils furent associés :

— Tzitovitch a obtenu des réflexes conditionnels pour les troubles vaso-moteurs.

— Brikov et Berkman ont pu provoquer des réflexes conditionnels pour la sécrétion urinaire chez le chien. L'association d'un lavement tiède et d'un son musical suffit à créer le réflexe. Ultérieurement le son seul provoque la miction.

— Barchrach et Morin ont obtenu des résultats analogues.

— Podkopaïef a étudié la production des réflexes conditionnels à l'apomorphine. L'association injection d'apomorphine et son est utilisée. Ultérieurement, le son seul provoque les mêmes réactions que l'apomorphine; c'est-à-dire : vomissement, défécation, sommeil. Bien mieux, une piqure

de sérum physiologique, ou même la seule vue de la seringue pouvait suffire à provoquer les réactions.

Ces faits prouvent qu'il existe des réactions conditionnelles aux substances toxiques, des vomissements conditionnels dont la connaissance n'est pas négligeable pour le médecin.

— Lobatch, chez l'homme, constata que la leucocytose digestive se produisait à la seule vue des aliments.

— Bechterev et ses collaborateurs ont démontré l'existence des réflexes conditionnels sur des excitations destructives.

— Bykov obtint des réactions spléniques.

— André Mayer constata des modifications du mouvement de l'eau.

— Hammoudou démontra que les réactions respiratoires, la polypnée thermique, pouvaient être chez le chien l'aboutissant d'un réflexe conditionnel.

— Divers auteurs, notamment Wollstein et Schmidt, de même que Naegeli, De Quervain et Stadler, ont publié des observations d'après lesquelles des érythèmes déclenchés à tout coup par certains toxiques chez des individus sensibilisés peuvent également apparaître chez ces mêmes individus sous une influence psychique. Le choc moral et le choc toxique sont alors des équivalents.

— Max Desmonts, dans une thèse très documentée, étudia notamment l'action des réflexes conditionnels :

- a) Sur les phénomènes convulsifs d'ordre toxique par l'intoxication au gaz d'éclairage;
- b) Sur les paralysies par compression de l'aorte abdominale;
- c) Sur la coagulation sanguine, en utilisant l'action du Liquoïde, produit anticoagulant;
- d) sur les réactions convulsives et hypoglycémiantes de l'insuline;
- e) sur la cicatrisation;
- f) sur l'anaphylaxie, en utilisant l'Hémostyl.

Mais, à côté de ces différents travaux, une place toute spéciale doit être réservée à Metalnikov, qui appliqua la méthode de Pavlov à l'étude de l'immunité.

Ses recherches, confirmées ainsi que nous le verrons ultérieurement par de très nombreux auteurs, portèrent essentiellement sur trois points :

- 1° réflexes conditionnels et formule leucocytaire;
 - 2° réflexes conditionnels et formation des anticorps;
 - 3° réflexes conditionnels et réactions cellulaires dans le péritoine.
-

CHAPITRE III

REFLEXES CONDITIONNELS ET IMMUNITÉ

Tout germe déposé à la surface des muqueuses ou introduit dans l'organisme est la cause de réactions défensives; celles-ci sont automatiques, toujours identiques à elles-mêmes pour un germe donné.

Quand le germe pénètre dans le sang ou les organes internes, il provoque toute une série de réactions qui ont pour but de le rendre inoffensif ou de le chasser de l'organisme.

Cette réaction — en vue de laquelle participent de nombreux éléments : phagocytes, cellules conjonctives et réticulo-endothéliales, vaisseaux, nerfs, organes hématopoïétiques — dans un organisme sain, est normale et involontaire : c'est un réflexe.

Cette conception réflexe des réactions de défense amena Métalnikov à rechercher s'il n'était pas possible d'obtenir des réflexes conditionnels en répétant plusieurs fois des injections microbiennes, c'est-à-dire des excitations internes, en les associant à des excitations externes.

*
* *

Réflexes conditionnels et formule leucocytaire.

TECHNIQUE. — Des lapins reçoivent par voie intraveineuse 1 cm³ d'une culture de vibrions cholériques chauffés. Cette injection est associée à une excitation externe telle que : son de trompette, grattage de l'oreille.

Ces injections sont répétées quotidiennement, et, après une

série de 15 à 30, l'animal est mis au repos. Quand la formule hématologique est redevenue normale, on pratique l'excitation conditionnelle seule.

RÉSULTATS. — Le nombre des leucocytes augmente considérablement, atteint son maximum sensiblement trois à cinq heures après l'excitation conditionnelle, puis diminue progressivement.

Voici quelques chiffres résumant l'expérience, portant sur trois animaux.

Nombre de leucocytes :

Avant l'expérience : 44.600; 7.900; 40.000;
3-5 heures après : 47.900; 28.420; 24.900;
7 heures après : 46.900; 46.820; 43.700;
24 heures après : 42.000; 43.300; 8.700.

Tandis qu'un animal de contrôle présentait les chiffres suivants :

Avant l'expérience, 8.000;
3 heures après, 7.750;
6 heures après, 8.400;
24 heures après, 7.800.

Ces expériences furent répétées par MM. Nicolau et Antinescu Dimitriu. Ces derniers auteurs constatèrent une hyperleucocytose, puis une augmentation du pourcentage des polynucléaires aux dépens des lymphocytes.

Il résulte de ces différents travaux que la leucocytose provoquée par une excitation externe conditionnelle est quantitativement superposable à la réaction de défense à un germe introduit dans l'organisme.

Ainsi donc la leucocytose peut être déclenchée par un excitant purement nerveux. Cette production de leucocytes est à rapprocher de la leucocytose digestive, qui, pour le Docteur Lobatch, est d'origine conditionnelle. A ce dernier auteur, nous emprunterons les conclusions suivantes :

— La leucocytose accompagne non seulement la prise de nourriture, mais aussi la vue de celle-ci;

— Le réflexe leucocytaire peut être également provoqué par l'entourage lié à la prise de nourriture;

— Le réflexe leucocytaire se produit après une période latente variant de cinq à quinze minutes;

— Le nombre de leucocytes dans le réflexe leucocytaire conditionnel dépasse souvent le chiffre de contrôle établi à la suite d'une prise de nourriture;

— Chez les personnes à excitabilité alimentaire très forte, telles que les oligophréniques et certains paralytiques généraux, le réflexe leucocytaire conditionnel est particulièrement net et montre un nombre de leucocytes double et quelquefois plus que double du nombre habituel.

*
**

Réflexes conditionnels et formation d'anticorps.

TECHNIQUE. — La technique employée est assez semblable à la précédente. Metalnikov injecte chaque jour dans le péritoine 2 cm³ d'une émulsion de vibrions cholériques chauffés. Chaque injection est précédée d'une excitation externe telle que :

- chauffage d'une oreille par une plaque métallique;
- grattage d'une région déterminée du flanc.

Ces injections ont lieu pendant environ deux semaines. Puis l'animal est mis au repos. Au bout de trois semaines, on procède à l'excitation conditionnelle seule.

RÉSULTATS. — Par des titrages successifs, on constate que le titre d'agglutination monte progressivement et atteint son maximum le cinquième ou sixième jour, ainsi que le montrent les chiffres suivants :

Titre d'agglutination :

Avant l'excitation, 1/450;
Après l'excitation, 1/1600;
Le lendemain, 1/1700;
2 jours après, 1/800;
4 jours après, 1/2000;
6 jours après, 1/2300;
10 jours après, 1/1600.

Sur un animal témoin, le taux d'agglutination reste sensiblement le même.

Ces expériences nous démontrent encore une fois que les réactions de l'immunité peuvent être provoquées non seulement par l'injection d'antigènes dans le sang, mais aussi par une excitation conditionnelle, c'est-à-dire par l'intermédiaire du système nerveux.

Les résultats de Metalnikov furent confirmés par ceux de Nicolau et Antinescu Dimitriu.

Un autre argument en faveur des conclusions de Metalnikov est fourni par Diacono, qui, dans son ouvrage : *Réflexes conditionnels et hémolyse*, après avoir étudié les différentes hémolysines, consacre ses derniers chapitres au rôle joué par les réflexes conditionnels dans l'hémolyse. Diacono emploie pour ses expériences le titrage des hémolysines, qui donne des résultats plus nets que celui des agglutinines. L'auteur injecte tous les jours, pendant vingt-six jours, des hématies de mouton sous la peau et gratte l'oreille droite de l'animal pendant une minute. Puis l'animal est mis au repos pendant un mois. On fait alors agir l'excitant conditionnel seul : le sérum antimouton de cet animal, dont le pouvoir hémolytique était nettement atténué, récupère la moitié d'anticorps qu'il avait perdue. Et Diacono conclut en ces termes :

« Par la répétition constante et égale des effets obtenus, nos recherches apportent aux expériences de Metalnikov une

nouvelle démonstration. Notre méthode de titrage, grâce à sa souplesse et à sa précision, nuance les résultats. Tel que nous le suscitons dans cette étude, le phénomène hémolytique met en évidence le rôle que peut jouer le système nerveux dans les réactions d'immunité. De la façon dont elles se déroulent, nos expériences révèlent une modalité de la notion de « mémoire organique. »

*
* *

Réflexes conditionnels et réactions cellulaires dans le péritoine.

L'introduction de germes déterminés au contact de la séreuse péritonéale détermine toujours une réaction automatique de défense. Cette réaction — à côté de signes cliniques particuliers — se manifeste par une variation très nette des éléments de l'exsudat péritonéal.

Alors que, normalement, cet exsudat ne contient que très peu d'éléments (surtout lymphocytes et monocytes), l'injection détermine une augmentation considérable et immédiate du nombre des polynucléaires, puis leur nombre diminue progressivement tandis que la proportion des monocytes augmente, enfin, en dernier lieu, il y a prédominance des lymphocytes.

TECHNIQUE. — Après avoir fait la numération des éléments de l'exsudat péritonéal normal, Metalnikov injecte dans la cavité péritonéale un ou deux centimètres cubes d'une émulsion de tapioca ou de bacilles chauffés. Le nombre des injections est de vingt. Avant chaque injection, une plaque métallique chauffée à 50 degrés est appliquée sur la peau.

Quinze jours après la dernière injection, on ne fait agir que l'excitant conditionnel, en l'occurrence la plaque métallique chauffée.

RÉSULTATS. — Le seul excitant conditionnel donne des réactions en tout point semblables qualitativement à celles provoquées par l'injection péritonéale. La réaction est seulement un peu plus faible et plus passagère.

Voici quelques chiffres :

Par injection :

- Polynucléaires passent de 0 à 90 (5^e heure) et à 12 (5^e jour);
- Monocytes passent de 35 à 8 (5^e heure) et à 37 (5^e jour);
- Lymphocytes passent de 65 à 2 (5^e heure) et à 51 (5^e jour).

Par réflexe conditionnel :

- Polynucléaires passent de 0,6 à 73 (5^e heure) et à 12 (5^e jour);
- Monocytes passent de 25 à 22 (5^e jour) et à 65 (5^e jour);
- Lymphocytes passent de 74 à 5 (5^e heure) et à 23 (5^e jour).

Ainsi nous voyons qu'il est possible de provoquer une réaction leucocytaire dans le péritoine par une excitation externe conditionnelle sans l'introduction de l'antigène dans la cavité du corps. Cependant des objections furent faites, et certains auteurs obtinrent des résultats différents. Parmi ceux-ci nous citerons : Friedberger et Gurwitz d'une part, O. A. Ostrovskaya d'autre part.

— Friedberger et Gurwitz n'ont obtenu que plusieurs résultats positifs, le reste des résultats est négatif ou n'est que très faiblement positif. Ils en concluent avec juste raison que l'individualité de l'animal joue un rôle, et, pour l'éliminer, ils appliquent la méthode des moyennes arithmétiques. Cette façon de procéder ne peut conduire qu'à de faux résultats.

Il est infiniment préférable de n'expérimenter que sur des animaux sélectionnés — ceux qui sont le plus capables de

donner des réflexes conditionnels corrects — car, ainsi que nous l'avons vu dans le chapitre général traitant des réflexes conditionnels, ces réflexes demandent un certain nombre de qualités de la part de l'animal.

— O.-A. Ostrovskaya reprit les expériences de Metalnikov, confirma les résultats de ce dernier en ce qui concerne la réaction cellulaire péritonéale, contesta les résultats concernant la formation d'anticorps.

Voici, en effet, les conclusions qu'elle tire de ses travaux.

1° Chez les cobayes ayant reçu des injections intrapéritonéales répétées d'antigène, associées à des excitations externes, le réflexe conditionnel établi pendant l'immunisation donne une réaction cellulaire du péritoine semblable à celle observée à la suite de l'injection de l'antigène.

2° Il n'y a pas de rôle net du réflexe conditionnel sur l'élévation du taux des agglutinines. Tout au plus y a-t-il un peu plus de stabilité.

Il semble que cette deuxième conclusion soit erronée. En effet, la technique de l'expérimentation paraît être défectueuse. O. A. Ostrovskaya prend comme animaux témoins des lapins préparés comme les animaux-réaction; ils accusent également une élévation du titre d'agglutination, bien que n'ayant pas subi d'excitation conditionnelle spéciale.

Or, les animaux réagissent à l'excitant conditionnel comme il l'a été démontré, mais aussi à toute autre excitation associée. Celles-ci peuvent être très nombreuses: transport au laboratoire, éclairage, vue de l'expérimentateur ou même des instruments, certains détails qui passent inaperçus aux yeux de l'expérimentateur. Nous ne prendrons comme exemple que l'expérience de Podkopaief, mentionnée au chapitre deuxième, qui, expérimentant avec apomorphine et son, obtenait les résultats cherchés (vomissement, défécation, sommeil) par le seul bruit de la seringue ou même par la seule vue de la seringue.

Ceci nous fait comprendre la technique des « tours de silence » de Pavlov, où pas un détail n'est superflu.

CONCLUSIONS

« Le meilleur médecin est celui qui
donne le plus d'espoir. »

SYDENHAM.

Nous avons beaucoup insisté dans notre premier chapitre sur la définition, les moyens d'obtention et les diverses propriétés des réflexes conditionnels.

Cette étude n'était certes pas inutile, les réflexes conditionnels constituant des réactions essentiellement complexes et soumises à des conditions d'expérimentation très délicates et très strictes.

Leurs propriétés étant multiples, il s'agit de ne pas se méprendre sur les termes et de donner des définitions extrêmement précises. C'est ce que nous avons tâché de faire, réalisant de la sorte un simple rappel des notions les plus courantes qui découlent des travaux de Pavlov.

L'expérimentation, lorsqu'il s'agit de faire naître un réflexe conditionnel, est une question de technique et — plus encore — une question de « minutie ». Il suffit de rappeler à ce propos les « tours de silence », familières à tous ceux qu'intéresse la question des réflexes conditionnels. C'est dire qu'en cette matière toute faute de technique est fatale et peut entraîner des conclusions absolument dénuées de toute valeur.

Cette remarque n'est pas inutile, la preuve en est fournie

par les nombreuses erreurs commises par différents expérimentateurs, erreurs dont nous avons mentionné quelques-unes au cours de notre étude et que les travaux de Metalnikov contribuèrent à démasquer.

Plus encore qu'une étude générale sur les réflexes conditionnels, nous avons voulu montrer, dans notre travail, un fait généralement peu connu et qui est capital : la possibilité de provoquer des réactions de défense par le seul mécanisme du réflexe conditionnel.

Le processus intime du phénomène est inexpliqué. Certaines interprétations sont cependant permises; il est possible, par exemple, qu'à côté de réactions humérales — qui sont bien connues — interviennent dans l'immunité des processus nerveux, qui, d'ailleurs, pourraient créer eux-mêmes des modifications humérales, comme nous l'avons mentionné dans notre chapitre III.

Cette manière de voir est intéressante, car elle permettrait de faire intervenir, dans l'explication des phénomènes de l'immunité, des éléments dont le rôle n'est pas encore classiquement admis, et qui peut-être seraient susceptibles d'expliquer certaines lacunes de la théorie humérale de l'immunité.

Nous n'avons pas la prétention de donner de conclusions définitives, mais seulement de faire entrevoir la possibilité d'une voie nouvelle. Le rôle des réflexes conditionnels dans l'immunité semble certain, mais leur intervention dans le domaine de la pathologie ne se borne pas aux simples réactions de défense. Ils semblent intervenir dans le mécanisme même de différentes affections. Et c'est ici que nous pouvons rappeler l'influence bien connue et combien populaire du moral sur le physique, influence dont le mécanisme doit trouver dans l'intervention des réflexes conditionnels une explication souvent valable.

Ainsi « il existe une interdépendance très étroite entre les fonctions végétatives et les fonctions nerveuses et psychiques, interdépendance d'autant plus accusée, même, que

l'on observe des êtres plus évolués dans l'échelle humaine. »
(R. FABRE.)

Ce ne sont pas là des vues purement théoriques. Il est possible, en effet, que dans de nombreuses maladies chroniques et nerveuses les accès et les paroxysmes surviennent sous l'influence d'excitants conditionnels totalement étrangers à la cause essentielle de la maladie. « Ceci nous démontre qu'une thérapeutique rationnelle ne peut résulter que de la connaissance exacte des causes et du mécanisme pathogénique du trouble pathologique considéré. » (R. Fabre.) Bien souvent le fait d'éliminer un réflexe conditionnel procurera un soulagement sensible.

Qu'il nous suffise de rappeler les éléments psychiques que l'on trouve à l'origine de certaines névroses, de certains troubles cardiaques et surtout de cette maladie dont la pathogénie a été au cours des siècles en perpétuel remaniement, nous avons nommé l'asthme.

Notre conclusion sera aussi d'ordre très général. Elle aura trait à une notion bien des fois rappelée dans l'histoire de la médecine, elle sera aussi d'ordre éminemment pratique : « Toute bonne thérapeutique est autant morale que physique », c'est dire l'importance qu'il faut attribuer à l'état du système nerveux chez le patient, c'est dire aussi la nécessité pour le médecin de reconforter ses malades dans toute la mesure de ses moyens.

Agir sur le physique du malade contribue certainement à augmenter sa résistance physique, et par là même modifie l'évolution et le pronostic de la maladie.

SERMENT

En présence des Maîtres de cette Ecole, de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe; ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Reconnaissant envers mes Maîtres, je tiendrai leurs enfants et ceux de mes confrères pour des frères, et, s'ils devaient apprendre la médecine ou recourir à mes soins, je les instruirais et les soignerais sans salaire ni engagement.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir heureusement de la vie et de ma profession honoré à jamais parmi les hommes; si je le viole et que je me parjure, puisse-je avoir un sort contraire.

VU, BON A IMPRIMER :

Vu : *Le Doyen,*

Le Président,

PIERRE MAURIAC.

R. FABRE.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Bordeaux, le 11 novembre 1939.

Le Recteur de l'Académie,

G. BOUSSAGOL.

BIBLIOGRAPHIE

- PAVLOV. — Leçons sur l'activité du cortex cérébral (trad. 1939).
- ROGER et BINET. — Nouveau traité de physiologie normale et pathologique.
- FABRE (Prof. R.). — Nature, complexité et solidarité des phénomènes biologiques (leçon inaugurale).
- BINET (Léon). — Les réflexes conditionnels. Notes prises au XV^e Congrès internat. de physiologie, *Presse médicale*, 28 sept. 1935.
- BOLDYREFF (W. N.). — Réflexes psychiques et physiologiques conditionnels et inconditionnels chez les jeunes animaux. II^e Congrès neurol. internat., Londres, 29 juill.-2 août, in *Presse médicale*, 18 sept. 1935.
- SCHAEFFER (Henri). — Réflexes conditionnels chez l'homme. *Presse médicale*, n° 21, 11 mars 1936.
- SOULA (C.). — Les réflexes conditionnels. *Le Médecin français*, *Journ. méd. franç.*, oct. 1935.
- HERSCOVICI (H.). — Les réflexes conditionnels. *Le Médecin français*, juin 1939, n° 6, p. 3.
- DESMONTS. — Troubles fonctionnels et réflexes conditionnels. Thèse Montpellier, 1938.
- ICHOK (G.). — Les réflexes conditionnels et les réactions de défense. *Presse médicale*, 1936, 358-360, 21 mars 1928.
- METALNIKOV (S. I.). — Rôle du système nerveux et des réflexes conditionnels dans l'immunité. *Ann. Inst. Pasteur*, 46, 137-168, févr. 1931.
- Sur le rôle des réflexes conditionnels dans l'immunité. *Presse médicale*, n° 94, 24 nov. 1934.

- METALNIKOV (S.) et CHORINE (V.). — Rôle des réflexes conditionnels dans l'immunité. *Ann. de l'Inst. Pasteur*, XL, 1926, nov., p. 893-900.
- OSTROVSKAYA (O. A.). — Le réflexe conditionnel et les réactions de l'immunité. *Ann. de l'Inst. Pasteur*, 44, 340-345, mars 1930.
- ZERNOFF (V.). — Le rôle du système nerveux dans l'immunité. *Ann. Inst. Pasteur*, 58, 212-231, févr. 1937.
- NICOLAU et ANTINESCU DIMITRIU. — Réflexe conditionnel et formule leucocytaire. *C. R. Soc. biol.*, 101, 1929.
- LOBATCH (D^r). — Réflexes leucocytaires conditionnels chez les hommes malades ou sains. Congrès russe des psychiatres et neuropathologues, Moscou, 1927.
- DIACONO. — Réflexes conditionnels et hémolyse. Le phénomène hémolytique.
- KRYLOV (V. A.). — Les réactions conditionnelles des animaux à certaines substances toxiques.
- MORHARDT (D^r P.-E.). — Les réflexes conditionnels dans les névroses et les états allergiques. *La Vie médicale*, août 1930.

